

OBSERVATIONS SOL DE CORPS DU SYST. SOLAIRE EN COMPLÉMENT DE GAIA

Daniel HESTROFFER¹, W. THUILLOT¹, S. MOURET^{1,3}, F. COLAS¹,
P. TANGA², F. MIGNARD², M. DELBÒ², B. CARRY³



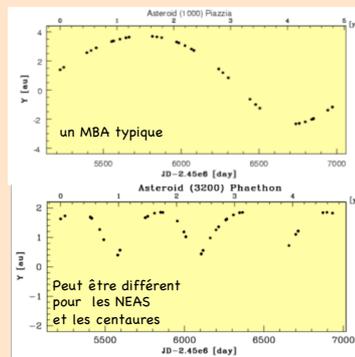
1. IMCCE - CNRS - Observatoire de Paris, Paris e-mail: hestro@imcce.fr
2. Cassiopée - CNRS - Observatoire de la Côte d'Azur, Nice
3. University of Helsinki Observatory, Helsinki
4. ESO, Viacura, Santiago de Chile — LESIA - CNRS - Observatoire de Paris

Gaia pierre angulaire du programme ESA — et les petits corps du système solaire

Gaia, la mission d'astrométrie spatiale de l'ESA qui sera lancée fin 2011, est le successeur d'une mission pionnière en la matière : Hipparcos/Tycho (1899-1993; 1997). Cette nouvelle mission est bien plus ambitieuse que la précédente de par le nombre d'objets observés ; elle permettra un relevé systématique du ciel jusqu'à la magnitude $V \leq 20$ et, entre autre, l'observation d'objets du système solaire, principalement des **astéroïdes**. L'intérêt des mesures de vitesse radiale étant limité, ce sont essentiellement les données **photométriques** et **astrométriques** qui fourniront la récolte scientifique [1] par la détermination précise d'éléments orbitaux, masses, diamètres, taxonomie, etc.

Fig. 1 : Mission Gaia, quelques chiffres pour les astéroïdes

Date d'opérations	fin 2011 à 2017
Mode d'observation	loi de balayage, TDI
Nbre astéroïdes	≈ 250.000
Nbre observations moyen	≈ 60/objet
Elongation solaire	$45^\circ \leq L \leq 135^\circ$
Précision astrométrique (1CCD)	AL ~0.2- 5 mas AC ~6*AL
Précision photométrique (1CCD)	≈ 0.001 mag



Toutefois la durée d'opération du satellite reste limitée à 5 ans ce qui ne permet pas de détecter ou découpler tout type d'effet, en particulier les effets à grande période, ou les effets séculaires faibles. Par ailleurs la loi de balayage n'est pas adaptée au suivi d'un objet en particulier, et les capacités d'imagerie du télescope restent modestes. Certaines observations sol dédiées et ciblées, bien qu'elles ne soient pas indispensables au déroulement de la mission, peuvent alors augmenter les retombées scientifiques de manière assez significative pour qu'on les intègre au programme d'observations. Ces observations peuvent être faite en mode alerte pendant le déroulement de la mission ou bien encore quelques années avant et/ou après la mission.

Fig. 2 : Séquence temporelle d'observations Gaia

Complémentarité sol

Les observations au sol des astéroïdes (ou des petits corps) ont une utilité a) soit pratique pour la réduction des données Gaia, b) soit comme données supplémentaires sur une plus grande échelle de temps que la durée de la mission Gaia, ou c) soit comme données complémentaires parce que non accessibles par Gaia. Plus précisément on pourra distinguer :

- les observations spectroscopiques faites dans le cadre des campagnes d'observations GBOG [2] pour les tests de faisabilité de calibration de l'instrument RVS. Ceci concerne en particulier la détermination du point 0 des VR Gaia [3] ;
- les observations en mode alerte pendant la mission Gaia permettront notamment d'éviter la perte de certains objets faibles ou rapides qui pourraient ne pas être facilement ré-observables ou ré-identifiables par le satellite. Ils demanderont certainement un effort particulier car probablement à forte parallaxe (NEOs) ou susceptibles d'être de faible elongation solaire (IEOs) [4] ;
- les observations astrométriques au sol pour la détermination de masse d'astéroïdes (Fig. 3).
 - ciblées pour un nombre limité d'astéroïdes et effectuées principalement ≈3-5 ans avant ou après la mission Gaia. Des mesures sur ≈50 cibles permettront de faire passer de 150 à ≈175 le nombre d'astéroïdes dont on pourra alors déterminer la masse à mieux de 50%.
 - une campagne d'observations se met en place en collaboration avec le NAO (Ukraine) et le Tubitak (Turquie) en plus des observations au 1m du Pic du midi.
 - observations de corps dont l'effet Yarkovsky ou de forces non gravitationnelles seraient mieux évalués par des données sur une base de temps plus grande ;
- Une meilleure caractérisation physique des ces objets permettra de limiter certains biais dans l'ajustement du modèle et la détermination de paramètres globaux (test de la RG, ...)

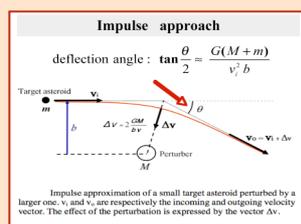


Fig. 3 : Rencontre proche entre astéroïdes, approche impulsionnelle. Il y a deux orbites à mesurer : celle avant l'impact et celle après. Certaines de ces rencontres sont bien échantillonnées par Gaia, d'autres, en début ou fin de mission, ne le sont que marginalement ; d'où l'intérêt de les compléter par quelques observations sol.

- les observations en haute résolution angulaire au VLT, combinées aux modèles topographiques [1,4] et aux masses, permettront de mieux évaluer le volume de ces corps et leur masse volumique
 - astéroïdes parmi les plus gros mais différentes classes taxonomiques (Table 1)
 - densité à comparer avec celle des météorites parents => test lien entre densité et classe taxonomique ;
- l'application du catalogue astrométrique et dense Gaia dès qu'il est disponible sous forme préliminaire
 - prédiction des occultations stellaires avec un meilleur taux de succès et de résultats planétologiques (sondage d'atmosphère, détection de binaires, taille et morphologie, ...)
 - re-réduction automatique de nombreuses observations archivées pour une astrométrie de haute précision des objets du système solaire (satellites naturels) et meilleure modélisation dynamique.

Table 1 : Nombre d'astéroïdes (de diamètre ≥ 10mas et dont on aura la masse Gaia), par classe taxonomique, observable au VLT au cours des prochaines périodes

Type	P83	P84	P85	Total
B	0	0	1	1
C	14	14	9	37
D	0	0	0	0
E	0	0	0	0
F	2	1	0	3
G	1	1	0	2
M	1	1	1	3
P	4	0	2	6
R	0	0	0	0
S	5	5	9	19
T	0	0	1	1
V	0	1	0	1
X	0	2	1	3

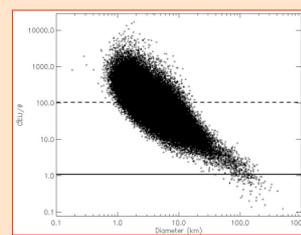


Fig. 4 : Astéroïdes accessibles selon la précision des prédictions d'occultation.

Références

- [1] Mignard F. et al. 2007. EM&P 101, 97. [3] Crifo F. et al. 2008. SF2A 2008, AS-GAIA [5] Durech et al. <http://astro.troja.mff.cuni.cz/projects/asteroids3D>
- [2] Soubiran C. et al. 2008. SF2A 2008, AS-GAIA. [4] Tanga et al. 2008. P&SS, sous presse